

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-28471
(P2002-28471A)

(43) 公開日 平成14年1月29日 (2002.1.29)

(51) Int.Cl.

B 0 1 J 13/00

識別記号

F I

B 0 1 J 13/00

キーワード (参考)

B 4 G 0 6 J
D

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-217660 (P2000-217660)

(22) 出願日 平成12年7月18日 (2000.7.18)

(71) 出願人 301023238

独立行政法人物質・材料研究機構
茨城県つくば市千現一丁目2番1号

(72) 発明者 沢田 勉

茨城県つくば市並木1丁目1番地 科学技
術庁無機材質研究所内

(72) 発明者 鈴木 良尚

茨城県つくば市並木1丁目1番地 科学技
術庁無機材質研究所内

Fターム (参考) 4G065 AB01Y AB38Y BB01 BB03

CA11 CA14 DA09 EA01 FA03

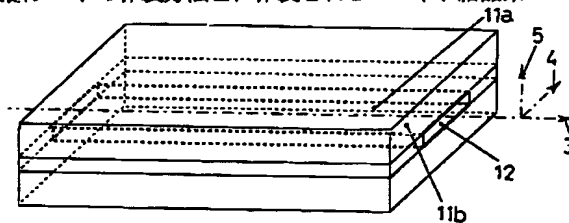
GA02

(54) 【発明の名称】 コロイド結晶、並びにゲル化コロイド結晶の形成方法、及びこれに基づくコロイド結晶素子、ゲル化コロイド結晶素子、並びにコロイド結晶シートの作製方法と、作製されるコロイド結晶素

(57) 【要約】

【課題】 三次元的な均一性に優れた組織を有するコロイド結晶を形成可能とする。

【解決手段】 体積分率による粒子濃度が5～70%の間にあり、コロイド結晶状態をとっている単分散粒子溶液にせん断流動を与え、これに引き続き、単分散粒子溶液を平行に相対する二つの平滑な基板面 (11a, 11b) に挟まれた空間内で基板面に平行に一軸方向 (3) に流動させた後、静止させ、三次元的な均一性に優れた組織を有するコロイド結晶を形成させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 体積分率による粒子濃度が5～70%の間にあり、コロイド結晶状態をとっている単分散粒子溶液にせん断流動を与え、これに引き続き、単分散粒子溶液を平行に相対する二つの平滑な基板面に挟まれた空間内で基板面に平行に一軸方向に流動させた後、静止させ、三次元的な均一性に優れた組織を有するコロイド結晶を形成させることを特徴とするコロイド結晶の形成方法。

【請求項2】 基板面の間隔を0.01～0.5mmとする請求項1記載のコロイド結晶の形成方法。

【請求項3】 断面形状において平行な二辺として現れる平滑な基板面を有するまっすぐな扁平管の中に、コロイド結晶状態にある単分散粒子溶液を保持し、その一端から圧力を基板面に平行にかけ流動させる請求項1又は2記載のコロイド結晶の形成方法。

【請求項4】 扁平管の一端若しくは両端に屈曲した屈曲流入路を設け、この屈曲流入路を通じて単分散粒子溶液を扁平管内に流入させる請求項3記載のコロイド結晶の形成方法。

【請求項5】 相対する二枚の平行平板間に形成される空間内にコロイド結晶状態にある単分散粒子溶液を挟み込み、二枚の平板を互いに逆方向に直線状に瞬間的にずれるように相対運動させる請求項1又は2記載のコロイド結晶の形成方法。

【請求項6】 請求項1乃至5記載のコロイド結晶の形成方法において、単分散粒子溶液にゲル化剤を添加し、三次元的な均一性に優れたコロイド結晶の形成後に、これをゲル化させることを特徴とするゲル化コロイド結晶の形成方法。

【請求項7】 請求項1乃至5記載のコロイド結晶の形成方法において、扁平管、若しくは扁平管及び屈曲流入路が透明な材質から形成され、三次元的な均一性に優れたコロイド結晶の形成後に、扁平管若しくは屈曲流入路の開放端を封止して素子化することを特徴とするコロイド結晶素子の作製方法。

【請求項8】 請求項7記載のコロイド結晶素子の作製方法において、単分散粒子溶液にゲル化剤を添加し、三次元的な均一性に優れたコロイド結晶の形成後に、これをゲル化させることを特徴とするゲル化コロイド結晶素子の作製方法。

【請求項9】 請求項6記載のゲル化コロイド結晶の形成方法において、ゲル化コロイド結晶の形成後に、扁平管を除去し、シート状のゲル化コロイド結晶を取り出すことを特徴とするコロイド結晶シートの作製方法。

【請求項10】 請求項8記載のゲル化コロイド結晶素子の作製方法において、素子化後、扁平管を除去し、シート状のゲル化コロイド結晶を取り出すことを特徴とするコロイド結晶シートの作製方法。

【請求項11】 請求項7記載のコロイド結晶素子の作

製方法により作製されたことを特徴とするコロイド結晶素子。

【請求項12】 請求項8記載のゲル化コロイド結晶素子の作製方法により作製されたことを特徴とするゲル化コロイド結晶素子。

【請求項13】 請求項9又は10記載のコロイド結晶シートの作製方法により作製されたことを特徴とするコロイド結晶シート。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この出願の発明は、コロイド結晶、並びにゲル化コロイド結晶の形成方法、及びこれに基づくコロイド結晶素子、ゲル化コロイド結晶素子、並びにコロイド結晶シートの作製方法と、作製されるコロイド結晶素子、ゲル化コロイド結晶素子、並びにコロイド結晶シートに関するものである。さらに詳しくは、この出願の発明は、三次元的な均一性に優れた組織を有するコロイド結晶を形成可能なコロイド結晶、並びにゲル化コロイド結晶の形成方法と、これに基づくコロイド結晶素子、ゲル化コロイド結晶素子、並びにコロイド結晶シートの作製方法と、作製されるコロイド結晶素子、ゲル化コロイド結晶素子、並びにコロイド結晶シートに関するものである。

【0002】

【従来の技術】粒径のよく揃った粒子が液体に分散したコロイド溶液（単分散粒子溶液）においては、溶液中の粒子濃度を十分高くした場合に、粒子同士が、固定的な結合を作ることなく分散状態を保ちながら、周期的な規則配列構造を作ることが知られている。このような粒子が規則配列状態をとっている単分散粒子溶液は、固体ではないが、構成ユニットである粒子が三次元的な格子構造を作っていることから、通常の結晶との類推によりコロイド結晶と呼ばれている（日本化学会編「コロイド科学I」東京化学同人、pp.119-123）。このコロイド結晶状態にある単分散粒子溶液内に攪拌するなどしてせん断流動を発生させると、粒子の規則配列構造が壊され、粒子の配置を無秩序な状態にすることができる。これをコロイド結晶の融解と称している。一方、静置すると、粒子は再び周期的な規則配列構造を作る。これをコロイド結晶の再結晶と称している。

【0003】このようなコロイド結晶は、その格子定数が、可視光若しくはその周辺の波長領域にある紫外光や赤外光の波長と同程度である場合、これらの光をBragg回折する。この現象を利用して、特定の波長の光を透過しない光フィルターや特定の光を反射するミラー、さらにはフォトリソグラフィ（J.D. Joannopoulos et al., Nature, Vol.386(1997)pp.143-149）と呼ばれる新規な光機能材料へコロイド結晶の応用が考えられている。

【0004】例えば、コロイド結晶を用いた光フィルターとしては、透明な材質でできた2枚の平板を平行に相

対させ、その間の空間にコロイド結晶をサンドイッチ状に挟んだ構造を有する素子が知られている(米国特許第4,627,689号)。また、分散媒中に高分子モノマー、架橋剤、重合開始剤等からなるゲル化剤を添加したコロイド結晶を、2枚の基板に挟み、薄板状に保持した後にゲル化させてシート状にし、基板を取り外してコロイド結晶シートを得ることが知られてもいる(欧州特許公開第0482394号)。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前者のコロイド結晶をサンドイッチ状に挟んだ構造の素子においては、融解した過冷却の単分散粒子溶液を平行平板間の空間に静かに保持し、自発的に徐々に結晶化させたり、小粒のイオン交換樹脂を結晶化の核形成促進剤として単分散粒子溶液中に入れて徐々に結晶化させてコロイド結晶を生成させたりしている。しかしながら、このような方法によると、結晶化してくるコロイド結晶の組織は、平板の基板面の法線方向に特定の結晶方位が配向するが、基板面に平行な方向には配向しにくい。このため、結晶化の過程で配向方位の異なる複数の結晶粒が同時に成長すると、コロイド結晶の組織は不均一なものになってしまう。結晶粒の発生個数は粒子濃度が高いほど多くなり、したがって、上記の方法により高い粒子濃度を持つコロイド結晶において均一組織を得ることは難しい。しかも、粒子の体積分率濃度が10%を超えるきわめて濃厚な単分散粒子溶液は、過冷却状態を維持すること自体不可能なため、上記のような結晶化法は採用できない。コロイド結晶組織は、粒子濃度が低いほど振動や温度変動などの外乱により乱されやすく、また、容器からの不純物溶出によって結晶状態を壊されやすい。したがって、この観点からすれば、粒子濃度は高くすることが望まれる。

【0006】一方、後者のコロイド結晶シートにおいては、紫外線を照射するなどしてゲル化を開始させているが、形成されるコロイド結晶組織は、上記の素子と同様に、基板面の法線方向には結晶方位の配向が起こるが、平行方向には配向せず、三次元的に均一な結晶組織は得にくい。

【0007】三次元的に均一なコロイド結晶組織は、光フィルター等の性能を向上させるばかりでなく、その異方性を利用したより高度な光機能材料等として、応用が期待される。

【0008】この出願の発明は、以上の通りの事情に鑑みてなされたものであり、三次元的な均一性に優れた組織を有するコロイド結晶を形成可能とすることを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】この出願の発明は、上記の課題を解決するものとして、体積分率による粒子濃度が5～70%の間にあり、コロイド結晶状態をとっている単分散粒子溶液にせん断流動を与え、これに引き続

き、単分散粒子溶液を平行に相対する二つの平滑な基板面に挟まれた空間内で基板面に平行に一軸方向に流動させた後、静止させ、三次元的な均一性に優れた組織を有するコロイド結晶を形成させることを特徴とするコロイド結晶の形成方法(請求項1)を提供する。

【0010】この請求項1に係る発明に関し、この出願の発明は、基板面の間隔を0.01～0.5mmとすること(請求項2)、断面形状において平行な二辺として現れる平滑な基板面を有するまっすぐな扁平管の中に、コロイド結晶状態にある単分散粒子溶液を保持し、その一端から圧力を基板面に平行にかけ流動させること(請求項3)、扁平管の一端若しくは両端に屈曲した屈曲流入路を設け、この屈曲流入路を通じて単分散粒子溶液を扁平管内に流入させること(請求項4)、さらに、相対する二枚の平行平板間に形成される空間内にコロイド結晶状態にある単分散粒子溶液を挟み込み、二枚の平板を互いに逆方向に直線状に瞬間的にずれるように相対運動させること(請求項5)をそれぞれ好ましい態様として提供する。

【0011】またこの出願の発明は、以上のコロイド結晶の形成方法において、単分散粒子溶液にゲル化剤を添加し、三次元的な均一性に優れたコロイド結晶の形成後に、これをゲル化させることを特徴とするゲル化コロイド結晶の形成方法(請求項6)、扁平管、若しくは扁平管及び屈曲流入路が透明な材質から形成され、三次元的な均一性に優れたコロイド結晶の形成後に、扁平管若しくは屈曲流入路の開放端を封止して素子化すること(請求項7)を提供する。

【0012】これら請求項6、7に係る発明に関し、この出願の発明は、単分散粒子溶液にゲル化剤を添加し、三次元的な均一性に優れたコロイド結晶の形成後に、これをゲル化させることを特徴とするゲル化コロイド結晶素子の作製方法(請求項8)、ゲル化コロイド結晶の形成後に、扁平管を除去し、シート状のゲル化コロイド結晶を取り出すことを特徴とするコロイド結晶シートの作製方法(請求項9)を提供する。請求項8に係る発明に関しては、この出願の発明は、さらに、素子化後、扁平管を除去し、シート状のゲル化コロイド結晶を取り出すことを特徴とするコロイド結晶シートの作製方法(請求項10)を提供する。

【0013】そしてこの出願の発明は、上記コロイド結晶素子の作製方法により作製されたことを特徴とするコロイド結晶素子(請求項11)、上記ゲル化コロイド結晶素子の作製方法により作製されたことを特徴とするゲル化コロイド結晶素子(請求項12)、並びに上記コロイド結晶シートの作製方法により作製されたことを特徴とするコロイド結晶シート(請求項13)をも提供する。

【0014】以下、実施例を示しつつ、この出願の発明についてさらに詳しく説明する。

【0015】

【発明の実施の形態】高粒子濃度の単分散粒子溶液が作るコロイド結晶の構造については、図1に示したような、粒子が二次元的に六方稠密に充填した六方稠密層(1)が積層する構造が知られているが、このようなコロイド結晶状態にある単分散粒子溶液に一定以上の強さのせん断流動を与えると、六方稠密層(1)の稠密方向(2)若しくはこれと等価な方向(2a)(2b)が流動方向に平行になるように配向する傾向が確認された。また、単分散粒子溶液を挟む平行に相対する二つの基板面は、その法線方向と上記六方稠密層(1)の法線方向が一致するように作用することも確認された。そこで、せん断流動により流動方向に配向させたコロイド結晶を平行に相対する二つの平滑な基板面に挟まれた空間内で一軸方向に平行に流動させた後、静止させたところ、コロイド結晶が、いたるところで二つの方位、すなわち、流動方向(3)と基板面の法線方向とに揃って配列し、三次元的な均一性に優れた組織が得られることが確認されたのである。この出願の発明は、以上の技術的知見を踏まえてなされたものであり、従来の技術常識と全く趣を異にしている。これまでコロイド結晶については、大きなサイズで均一な組織を得るためには、比較的粒子濃度の希薄な単分散粒子溶液を用い、また、できるだけ振動等の外乱を排除して結晶化させることが必要であると考えられていた。

【0016】粒子濃度が低い場合には、流動によりコロイド結晶が容易に融解してしまい、流動停止後、すぐに再結晶せず、再結晶化時の配向に流動の影響を与えることができない。したがって、この出願の発明では、粒子濃度の下限は体積分率において5%とする。一方、粒子濃度があまり高くなりすぎると、粘性抵抗が高くなりすぎるため、流動が困難となる。そこで、この出願の発明では、粒子濃度の上限を体積分率において70%と規定する。

【0017】単分散粒子溶液の流動方向は一軸方向でないと、結晶粒の方位が場所によって異なることとなり、均一な組織が得られない。そこで、この出願の発明では、基板面に平行な一軸方向としている。

【0018】なお、相対する平滑な基板面の間隔は、あまり大きくなりすぎると、上記作用がコロイド結晶の内部にまで及ばなくなり、また、あまり小さくなりすぎると、コロイド結晶として機能しにくくなる。このため、この出願の発明では、基板面の間隔は、0.01~0.5mmを好ましい範囲としている。一方、基板面の長さ及び幅には特に制約はない。このため、大面積にわたって三次元的な均一性に優れたコロイド結晶が得られる。

【0019】この出願の発明によれば、単分散粒子溶液にゲル化剤を含む場合にも、全く同様の方法により三次元的な均一性に優れた組織が得られる。この後にゲル化させることにより、三次元的な均一性に優れた組織を有

するゲル化コロイド結晶が得られる。

【0020】この出願の発明を実施する場合、以下の3通りが具体的に例示される。

【0021】第1として、図2及び図3に示したような、断面形状において平行な二辺として現れる平滑な基板面(11a)(11b)を有するまっすぐな扁平管(12)の中に、コロイド結晶状態にある単分散粒子溶液を保持し、その一端から圧力を基板面(11a)(11b)に平行にかけ流動させた後に、静止させることが例示される。扁平管(12)は、平行に相対する二つの平滑な基板面(11a)(11b)に挟まれる空間を提供する。扁平管(12)内に保持された単分散粒子溶液に、扁平管(12)の一端より圧力をかけると、単分散粒子溶液は、基板面(11a)(11b)に平行な一軸方向、すなわち扁平管(12)の管軸方向に流動する(流動方向(3))。このとき、流体力学の原理にしたがって扁平管(12)内全域のコロイド結晶全体にせん断応力が発生する。また、基板面(11a)(11b)の法線方向(5)と図1に示したコロイド結晶の六方稠密層(1)の法線方向が一致し、六方稠密層(1)の稠密方位(2)と流動方向(3)(扁平管(12)の管軸方向)が一致し、三次元的な均一性に優れた組織を有するコロイド結晶が扁平管(12)内に形成されることとなる。

【0022】この場合、単分散粒子溶液にかかる圧力を瞬間的なパルス状の圧力とすることにより、単分散粒子溶液の流動距離を短く抑えることができるとともに、瞬間的な流速が大きくなり、単分散粒子溶液に瞬間的に強いせん断流動が生じ、コロイド結晶の配向を容易にする。

【0023】なお、扁平管(12)を形成するセルの材質としては、素子化を考慮すると、ガラスをはじめ、ポリカーボネイト、ポリスチレン、アクリルなどの透明プラスチック、さらには溶融石英などが好ましく例示される。単分散粒子溶液の粒子は、分散媒中で安定に存在することができる限り、その材質は問わない。例えば、ポリスチレン、ポリメチルメタアクリレート等の有機高分子粒子をはじめ、シリカ粒子、さらには金、銀などの金属粒子、また、チタン、鉄などの各種金属の酸化物粒子などが例示される。分散媒としては、水をはじめ、各種アルコール、ベンゼンなどの有機溶媒が例示される。

【0024】また、コロイド結晶の形成後に扁平管(12)の両端を接着剤、板体、シート栓などを用いて封止することにより、素子化され、セル全体がコロイド結晶素子となる。単分散粒子溶液は、上記の通り、粒子濃度が高く、粘度が高いため、このようにして作製されるコロイド結晶素子の振動に対する耐性はこのままでも十分に高い。同様に、単分散粒子溶液にゲル化剤を添加し、コロイド結晶を形成させた後にゲル化すれば、三次元的な均一性に優れたゲル化コロイド結晶、さらにはゲル化

コロイド結晶素子となる。ゲル化したコロイド結晶は、振動や温度変化などの擾乱にはほとんど影響を受けず、安定性がきわめて高い。ゲル化剤としては、単分散粒子溶液の粒子の材質に応じて適宜なものを選択することができる。例えば、高分子モノマーとしてのアクリルアミドと、架橋剤としてのN-N'-メチレンビスアクリルアミド及び重合開始剤としてのベンゾインメチルエーテルとを組み合わせたものを使用することができ、紫外線照射によりコロイド結晶のゲル化を開始させることができる。

【0025】さらにゲル化コロイド結晶の場合、コロイド結晶の形成に使用した扁平管(12)を構成するセルをあらかじめ分解可能などにしておき、除去することにより、ゲル化コロイド結晶をシートとして取り出すことができる。コロイド結晶シートの作製が可能となる。

【0026】なお、コロイド結晶シートの作製を目的とする場合、扁平管(12)を形成するセルの材質には、必ずしも透明性は要求されない。時間をかけて重合させたり、加熱するなど、ゲル化の方法には紫外線照射以外にも採り得る。したがって、コロイド結晶シートの作製を目的とする場合には、素子化は必ずしも必要ない。一方、紫外線照射によりゲル化させる場合には、扁平管(12)を形成するセルは、透明性を有する必要がある。

【0027】第2として、図4及び図5に示したように、上記の扁平管(12)の一端若しくは両端に屈曲した屈曲流入路(13)を設け、この屈曲流入路(13)を通じてコロイド結晶状態にある単分散粒子溶液(14)を扁平管(12)内に流入させ、静止させることが例示される。この場合には、単分散粒子溶液(14)が屈曲流入路(13)の屈曲部(13a)を通過するときに、単分散粒子溶液(14)に局所的に大きなせん断応力が発生し、ここにおいてコロイド結晶が配向する。単分散粒子溶液(14)が扁平管(12)内に流入した後は、扁平管(12)に導かれて基板面(11a)(11b)に平行に流動し、静止して三次元的な均一性に優れた組織を有するコロイド結晶が扁平管(12)内に形成される。

【0028】具体的には、屈曲流入路(13)の一つに注射器をチューブを介して連結し、注射器のピストンを急激に少しだけ押し込むことにより単分散粒子溶液(14)に瞬間的なパルス状の圧力がかかり、単分散粒子溶液(14)が屈曲流入路(13)の屈曲部(13a)を通過するときに、大きなせん断応力が発生する。より具体的には、最初、注射器のピストンを引き、単分散粒子溶液(14)を屈曲流入路(13)に多めに溜め、次いでピストンを押し込み、扁平管(12)にあった単分散粒子溶液(14)を屈曲流入路(13)内の単分散粒子溶液(14)で完全に置き換えるという操作が例示される。

【0029】そして、屈曲流入路(13)の開放端を接

着剤、板体、シート栓などを用いて封止することにより、扁平管(12)の部分がコロイド結晶素子となる。第1の例と同様に、単分散粒子溶液(14)にゲル化剤を添加し、コロイド結晶形成後にゲル化させることにより、ゲル化コロイド結晶及びゲル化コロイド結晶素子が得られる。さらにまた、セルの除去によりコロイド結晶シートの作製も可能となる。

【0030】第3としては、相対する二枚の平行平板間に形成される空間内にコロイド結晶状態にある単分散粒子溶液を挟み込み、二枚の平板を互いに逆方向に直線状に瞬間的にずれるように相対運動させることが例示される。二枚の平板のこのような相対運動により、単分散粒子溶液には大きなせん断流動が一方方向に一時的に発生し、コロイド結晶が流動方向に配向する。このときの単分散粒子溶液の流動方向は平板に平行であるため、コロイド結晶は、上記第1及び第2の例と全く同様に、いたるところで同一の方位に配向する三次元的な均一性に優れた組織を有する。

【0031】この場合にも、上記第1及び第2の例と同様に、コロイド結晶素子、ゲル化コロイド結晶及びゲル化コロイド結晶素子、コロイド結晶シートを得ることができる。

【0032】次にこの出願の発明の実施例を示す。

【0033】

【実施例】実際に、図4及び図5に示した構造を有する熔融石英製セルを、厚さ(t)約0.1mm、幅(w)約9mm、長さ(l)約70mmとして作製し、屈曲流入路(13)より扁平管(12)内にコロイド結晶状態にある単分散粒子溶液(14)を注入した。単分散粒子溶液(14)は、体積分率による粒子濃度が約5～30%の、粒径約100～300nmのポリスチレン粒子(Duke Scientific社製)を水に分散したものを、正負イオン混床型イオン交換樹脂を用いて十分脱塩することによりコロイド結晶状態にした。

【0034】扁平管(12)に得られたコロイド結晶組織は、扁平管(12)の両端部を除き、一様の回折色を示すきわめて均一なものとなった。また、コロイド結晶の粒子配列を高倍率の共焦点顕微鏡により観察したところ、粒子がつくる六方稠密層が、その法線方向が扁平管(12)の基板面の法線方向(5)と一致し、稠密方向の一つが扁平管(12)の管軸方向に一致した方位に積層していることが確認された。

【0035】勿論、この出願の発明は、以上の実施形態及び実施例に限定されるものではない。単分散粒子溶液の粒子の材質、分散媒の種類、セルの構造等の細部については様々な態様が可能であることは言うまでもない。

【0036】

【発明の効果】以上詳しく説明した通り、この出願の発明によって、三次元的な均一性に優れたコロイド結晶を形成させることが可能となる。また、その形成に要する

操作はきわめて単純であり、しかも短時間となる。形成されるコロイド結晶は、高い粒子濃度を有するため、振動や温度変化などの外乱、不純物溶出による結晶構造の崩壊などに対して高い耐性を有する。したがって、このコロイド結晶を有するコロイド結晶素子、ゲル化コロイド結晶素子、並びにコロイド結晶シートは、機能性に優れたものであり、また、製造が容易でもある。

【図面の簡単な説明】

【図1】単分散粒子溶液の粒子の配列構造と粒子配向について示した平面図である。

【図2】この出願の発明を具体的に実施する場合の一形態を示した斜視図である。

【図3】図2に示した形態の断面図である。

【図4】この出願の発明を具体的に実施する場合の一形

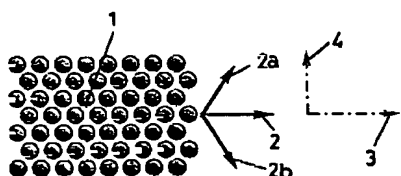
態を示した斜視図である。

【図5】図4に示した形態の断面図である。

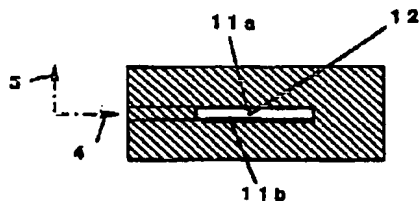
【符号の説明】

- 1 六方稠密層
- 2 稠密方向
- 2a、2b 稠密方向と等価な方向
- 3 流動方向
- 4 平面内において流動方向に垂直な方向
- 5 基板面の法線方向
- 11a、11b 基板面
- 12 扁平管
- 13 屈曲流入路
- 13a 屈曲部
- 14 単分散粒子溶液

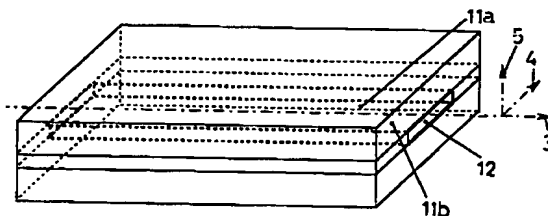
【図1】



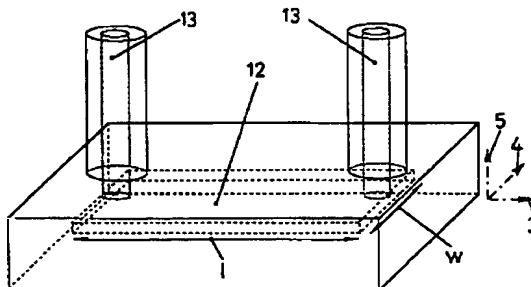
【図3】



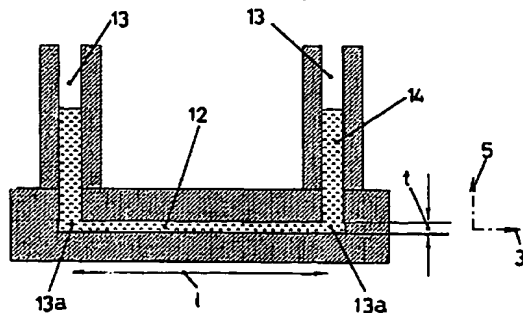
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

【発明の名称】

コロイド結晶、並びにゲル化コロイド結晶の形成方法、及びこれに基づくコロイド結晶素子、ゲル化コロイド結晶素子、並びにコロイド結晶シートの作製方法と、作製されるコロイド結晶素子、ゲル化コロイド結晶素子、並びにコロイド結晶シート

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.